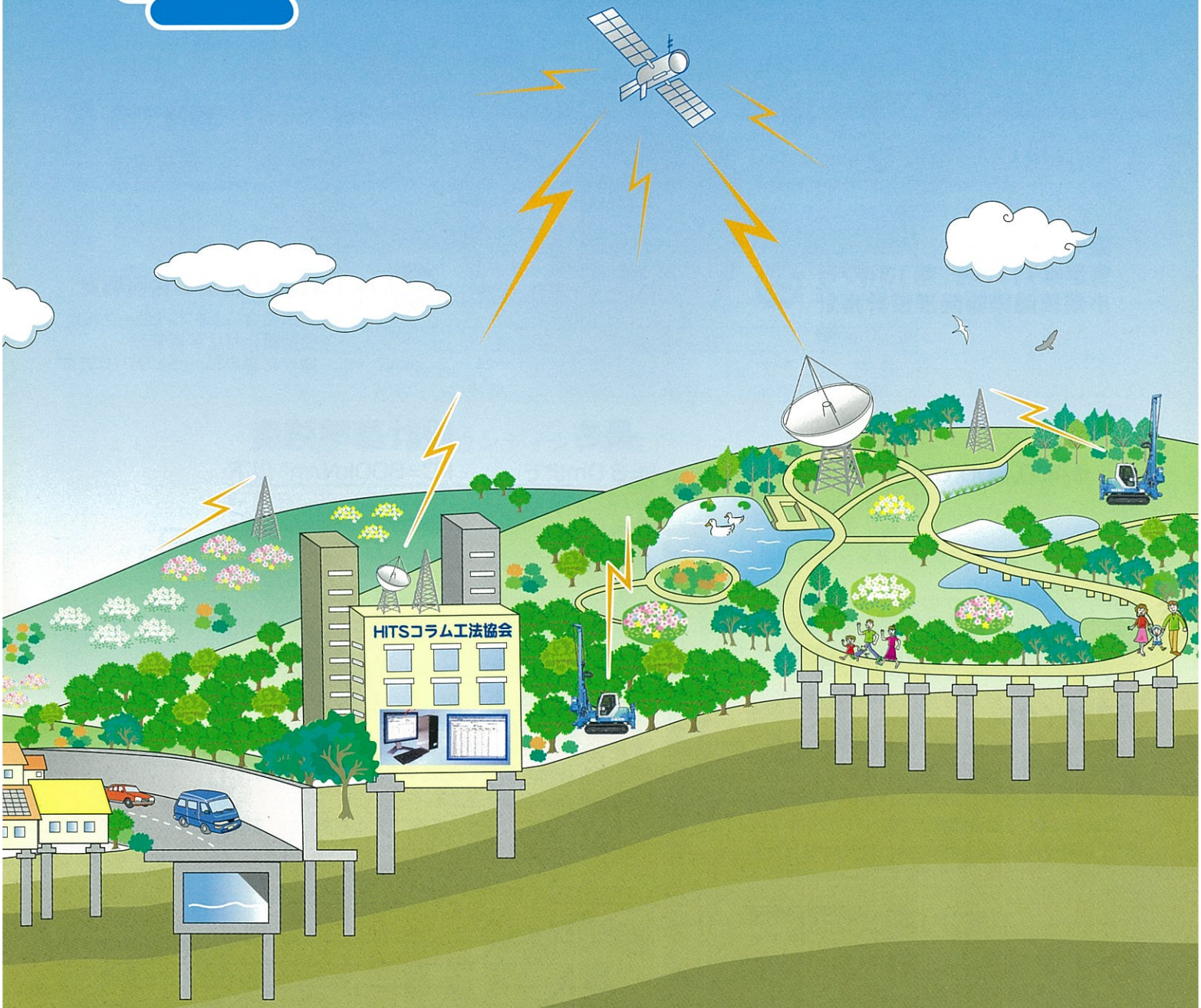
建築技術性能証明工法

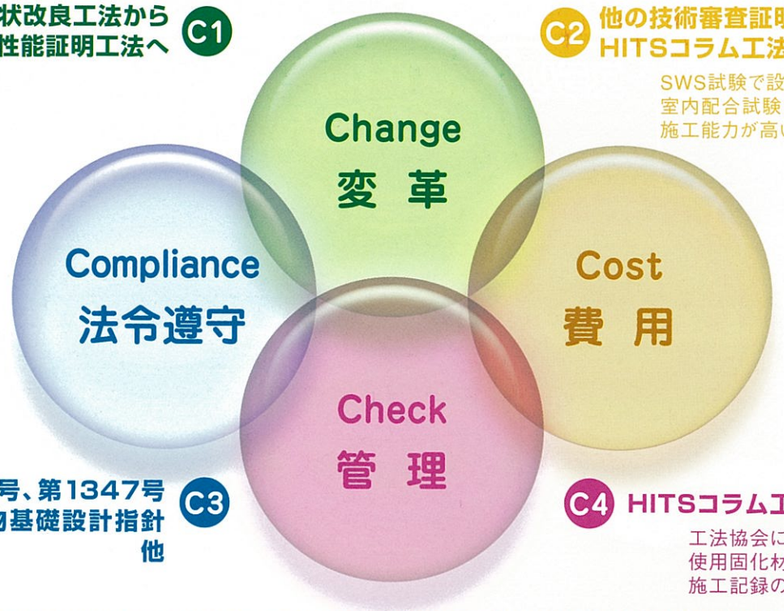
HITSコラム

スラリー系機械撹拌式
深層混合処理工法



HITSコラム工法協会

4Cの特徴



C1 一般柱状改良工法から技術性能証明工法へ

C2 他の技術審査証明工法は高コスト HITSコラム工法は経済的
SWS試験で設計可能
室内配合試験免除
施工能力が高い（羽切回数260回）
他

C3 遵守
告示第1113号、第1347号
小規模建築物基礎設計指針
他

C4 HITSコラム工法の合否判定
工法協会によるコンピュータ判定
使用固化材は写真管理
施工記録のトレーサビリティは万全

コラム径	長さ	設計基準強度
φ400,500,600,700,800mm	L=8.0mまで	FC=800kN/m² 以下

施工概要

本工法は全ての地盤に対して一定の施工管理で良く、0.5（m/分）で掘削し、1.0（m/分）で引揚げる。
固化材添加量は350kg/m³で一律である。

施工サイクル

本工法は、シングル施工（下図参照）を基準とし、先端処理部分（先端1.00m）まで、速度0.5（m/分）以下、回転速度10（回/分）以上で繰返し処理を行なう。速度（掘進・引揚）及び回転速度は、対象深度での羽根切り回数が260（回/m）以上を満足するように設定した。

尚、羽根切り回数（T）の算出にあたり、撹拌翼の総羽根数における設定方法は次の通りである。

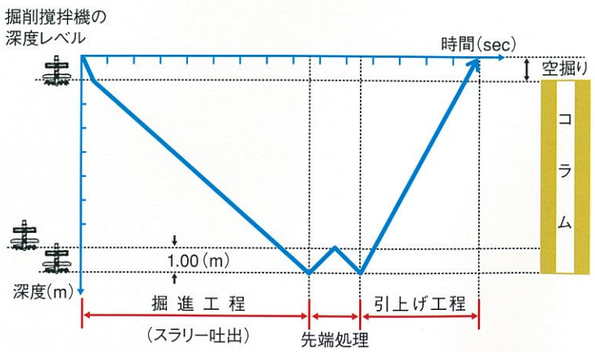
掘進時における混合撹拌は、撹拌翼のみが行なうものなので、総羽根数を4枚とし、引揚時では、最下翼の掘削・撹拌翼も混合撹拌に寄与できるので、総羽根数を6枚とした。

〈羽根切り回数算出式〉

$$T=\Sigma M1\times(R1/V1)+\Sigma M2\times(R2/V2)$$
$$=4\times(10/0.5)+6\times(30/1.0)=260$$

ここで

T：羽根切り回数（回/m）
ΣM1：撹拌翼の総羽根枚数4（枚）
ΣM2：撹拌翼の総羽根枚数6（枚　掘削・撹拌翼を加算）
R1：掘進時の回転速度10（回/分）
R2：引揚時の回転速度30（回/分）
V1：掘進時の速度0.5（m/分）
V2：引揚時の速度1.0（m/分）



施工方法

❶ 調　査

調査方法 ： SWS試験　　改良対象土 ： 砂質シルト　　先端平均Nsw　109（換算N値　8.4）

※深度3.75m～深度5.0mの平均Nsw

❷ 配合設計

使用固化材 ： ユースタビラー50（宇部三菱セメント株式会社）

固化材添加量 ： 350kg/m³　　水/固化材比 ： 65%

室内配合試験（qul） ： 免除　　設計基準強度（Fc）：800kN/m²

❸ 施工計画

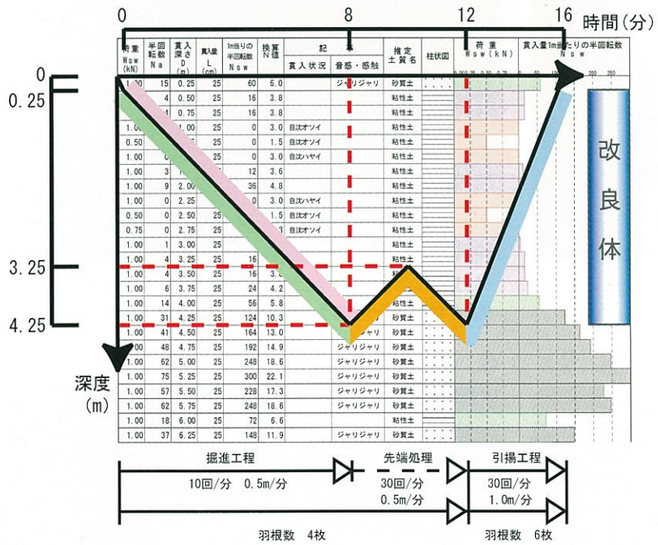
改良体径 ： φ600mm　　改良長 ： 4m　　合格判定値（XL） ： 1470kN/m²

（羽根数：↓4枚、↑6枚）

掘　進	先　端	引　揚	掘　進	先　端	引　揚	目標羽切回数
m/分	m/分	m/分	回/分	回/分	回/分	回/m
0.5	0.5	1.0	10	30	30	260

固化材比重	添加量	水　量	スラリー吐出量			スラリー比重
kg/ℓ	kg/m	ℓ/m	ℓ/m	ℓ/分	ℓ/本	kg/ℓ
3.04	98.91	64.29	96.83	48.41	387.32	1.685

スウェーデン式サウンディング試験



スラリー吐出　工程
（積算スラリー流量:387.32L）以上

掘進（回転数10回/分）　工程
羽根切回数:20（10/0.5（回/m））×4（枚）= 80（回/m）以上
・・・ A

引揚（回転数30回/分）　工程
羽根切回数:30（回/m）×6（枚）=180（回/m）以上
・・・ B

先端処理（回転数30回/分）　工程
羽根切回数には含まない

掘削翼の掘進と引揚

合計羽根切回数
A ＋ B ＝ 260（回/m）以上

❹ 施工管理

工事登録 ➡ 施工 ➡ 施工記録送信 ➡ 施工合格判定

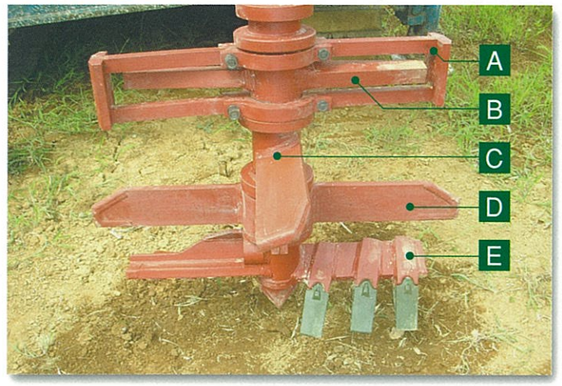
掘削速度0.5m/分　以下　スラリーの吐出流量96.83 ℓ/m　以上
引揚速度1.0m/分　以下　単位m当り羽根切回数260回　以上

❺ 品質管理

モールドコア採取 ➡ 一軸圧縮試験 ➡ 品質合格判定
（頭部１箇所、深部１箇所）　　合格判定値（XL）1470kN/m²　以上

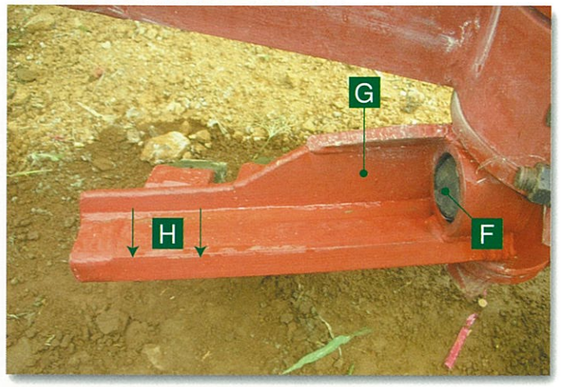
コラム工法の性能

1. 掘削ビット



A スロープッチ翼　B ハイピッチ翼　C 第一撹拌翼
D 共回り防止翼　E 掘削翼

2. スラリー吐出口（F）



吐出口Fが横向きに付いており、排土板Gを配している為、土が詰らない。

3. スロープッチ翼とハイピッチ翼

第一撹拌翼で切りほぐした土をより細かく細断する。

4. スラリーの吐出

横方向にスラリーが吐出し、樋Hをつたってコラム外周端まで届き、全体に均一なコラムを形成することができる。

5. 撹拌状況

撹拌性能が良いため、スラリーは地上部に逸出しにくい。

6. 改良天端成形

撹拌ムラがなく、土塊が残らず、均一な仕上がり。

7. アルカリ反応試験

フェノールフタレイン溶液を散布すると、共回り防止翼跡までくっきり確認できる。

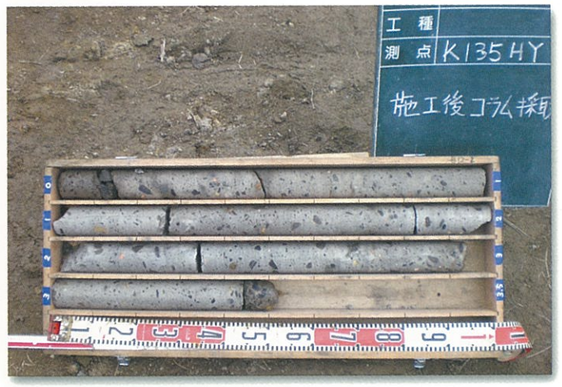
8. モールドコア採取器

逆回転で所定深度までいれ、正回転で改良土を採取する。

9. 断面コア

水平方向の強度のバラツキが少ない。

10. 全長コア

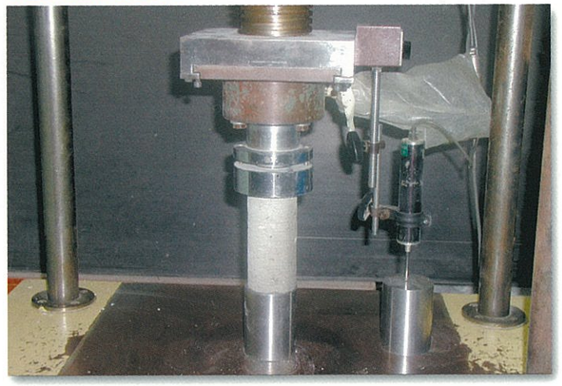


深度方向の強度のバラツキも少ない。

11. コラムの掘取

共回り防止翼の跡が残り、折れることなく一本物で抜き取れる。

12. 圧縮試験



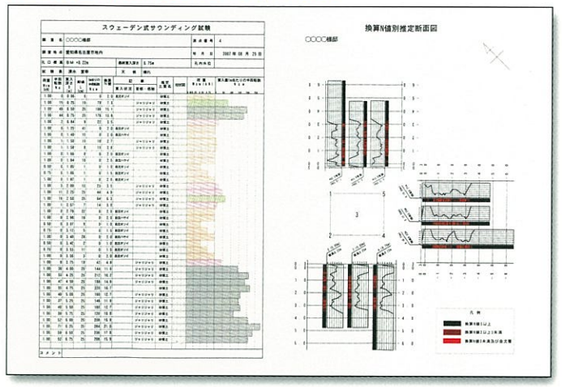
目標強度以上の強度を確保でき、バラツキが少ないので変動係数を30%に設定することができる。

コラム工法の管理

1. SWS試験の実施

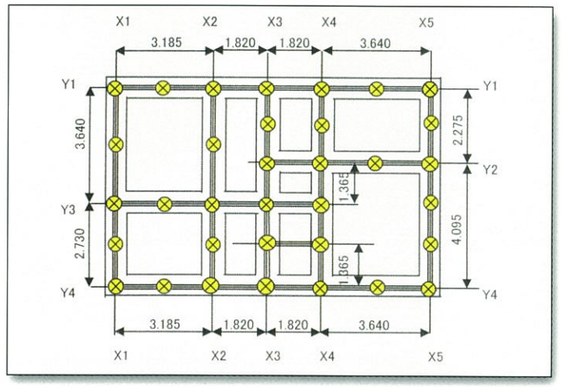
基礎設計に必要な土質定数をSWS試験又は標準貫入試験を用いて求める。

2. 調査結果から基礎設計



調査結果から告示第1113号（1）（2）に準拠し、地盤補強が必要かどうかを判断する。

3. 地盤補強の設計



HITSコラム工法は、杭状地盤補強の深層混合処理工法。杭間隔は2m以下が基本となる。

4. 杭位置出し

施工前に現場にて、杭の位置を出す。

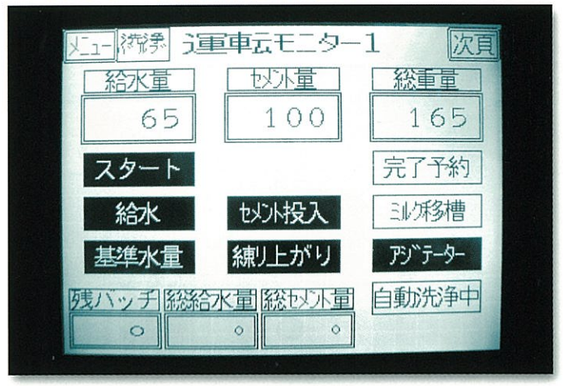
5. 固化材搬入

袋にナンバリングし、入荷時の数量検査の写真を撮影。

6. 機材搬入

機材搬入するため、事前に進入道路（幅、乗入、損傷の有無）、障害物などを確認する。

7. スラリーの配合、濃度管理

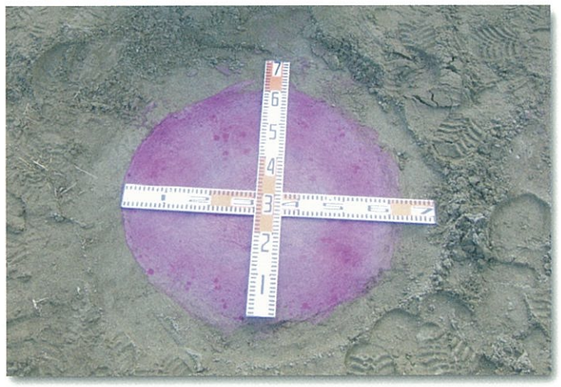


機器の動作確認をし、スラリーを配合、スラリー濃度、吐出流量をチェックする。

8. 施工開始

掘進速度0.5m/分以下、引揚速度1.0m/分以下、羽根切回数260回/m以上を施工管理装置にて管理、記録する。

9. 施工完了



改良出来形を確認。アルカリ反応試験でスラリーの混合状況を検査をする。

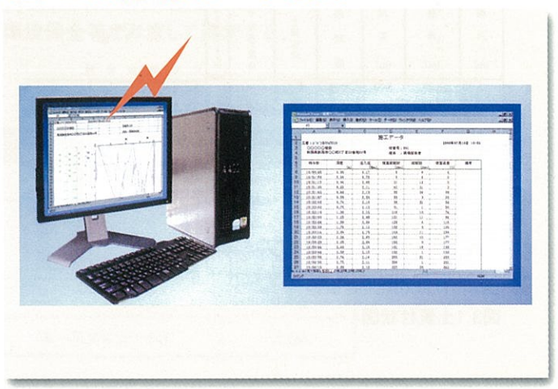
10. モールドコア、空袋検収

採取器で試料を採取（深部及び頭部）しモールドコアを作成、圧縮試験。固化材空袋数量を確認する。

11. データ送信

施工記録をHITSコラム工法協会へ送信する。

12. 工法証明、データ管理



専用サーバーにて施工記録を受信、一括管理。データを分析し合否判定を行い、HITSコラム工法協会より工法施工証明書を発行する。

土質別コラム強度

土質別代表例

粘土質シルト（新潟県燕市熊森地内）

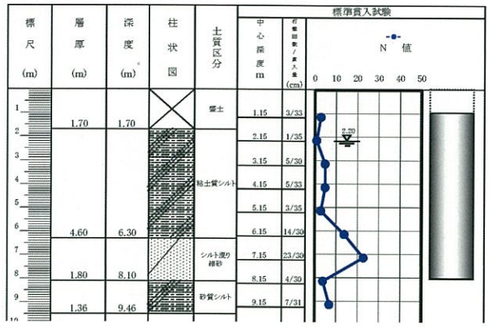


図1.1土質柱状図

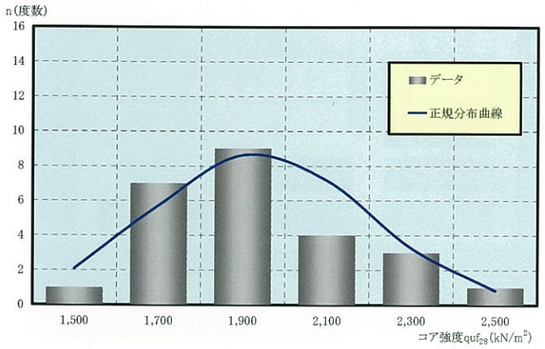


図1.2ボーリングコア強度(quf28)のヒストグラム

ローム（千葉県柏市花野井1395-6）

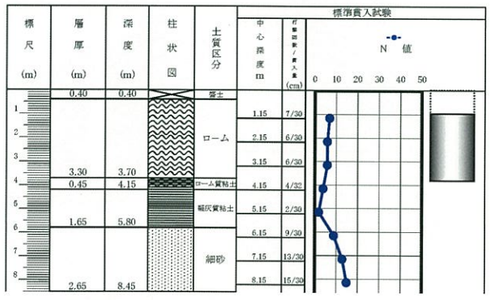


図2.1土質柱状図

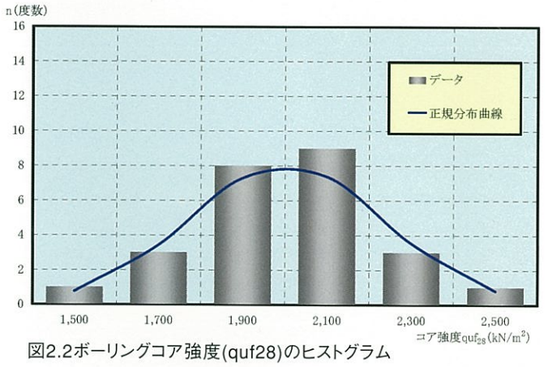


図2.2ボーリングコア強度(quf28)のヒストグラム

砂質土（名古屋市港区空見町32番1）

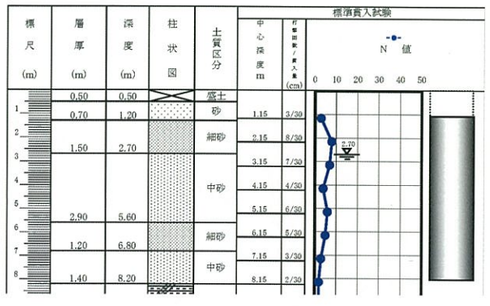


図3.1土質柱状図

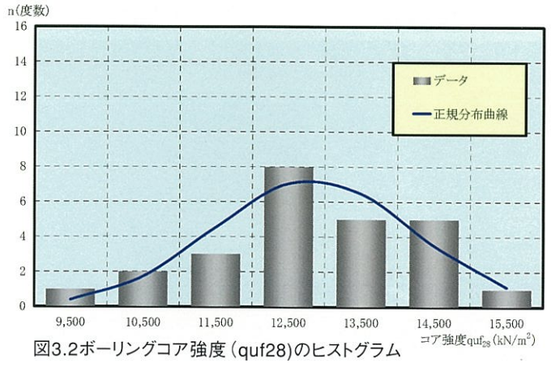
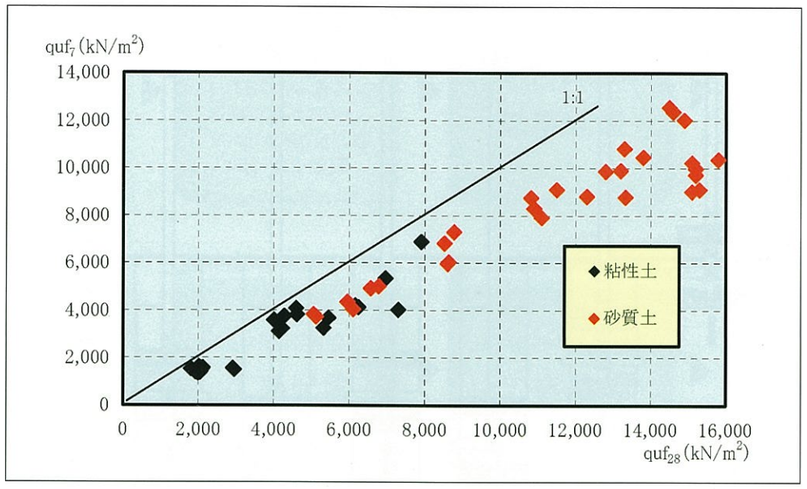


図3.2ボーリングコア強度（quf28)のヒストグラム

土質別一軸圧縮試験

モールドコア強度(quf7)とボーリングコア強度(quf28)の相関図



HITSコラム工法は、モールドコア(quf7)とボーリングコア(quf28)の相関性を実証することで、モールドコア(quf7)による品質管理を実現した。

図から判断できるように、粘性土において、モールドコア(quf7)強度2000kN/m²を発現しないものがあり、一般工法の場合特に、設計基準強度の設定に気を付けなければならない。

使用固化材と専用機械

HITSコラム工法は、専用の掘削・撹拌機、固化材スラリープラント、管理装置等を用いて、施工を行う。
使用する固化材は指定材料の中から選定する。

固化材の種類

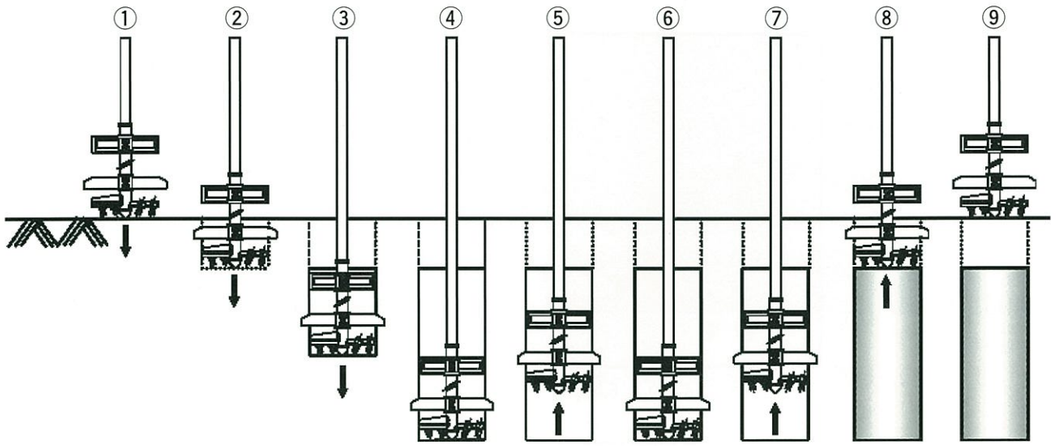
HITSコラム工法で使用する固化材の種類を表に示す。
固化材は、施工現場の改良対象となる土質及び環境保全等を考慮して選定する。

使用固化材一覧

製造会社名	主な用途	名　称	比　重
宇部三菱セメント株式会社	一般軟弱土用	ユースタビラー10	3.02
		ユースタビラー20	3.09
	高 含 水 比 用	ユースタビラー30	3.00
	六価クロム対応用	ユースタビラー50	3.04
		ユースタビラー52	3.06

施工手順

本工法は、設計図書、仕様書及び施工計画書に基づいて、下記の手順で施工する。



本工法の施工手順（①～⑨）

① 施工機本体の位置設定
コラム芯に掘削・撹拌機の中心を合わせ、施工機内に装備された傾斜計により鉛直性を確保する。

②空掘り部の掘削
掘削・撹拌機を正回転させながら、掘削を行なう。

③ 固化材スラリーの吐出及び掘削・撹拌
所定量の固化材スラリーを吐出しながら、所定の速度及び回転速度を維持させ、掘削・撹拌を行なう。

④ 掘削完了
所定の深度に達したら（着底）、掘削及び固化材スラリーの吐出を停止する。

⑤ 引抜き・撹拌
掘削・撹拌機を逆回転させながら、所定の速度及び回転速度で着底から1.0（m）まで引抜き撹拌を行なう。

⑥ 再掘進・撹拌
着底から1.0（m）の深度に達したら、再度掘削・撹拌機を正回転して所定の速度、及び回転速度で着底レベルまで掘進撹拌を行なう。

⑦ 再引抜き・撹拌
着底の深度に到達後、掘削・撹拌機を逆回転させながら、所定の速度及び回転数で引抜き撹拌を行なう。

⑧ 空掘り部の引き抜き
掘削・撹拌機を逆回転させながら引き抜きを行なう。

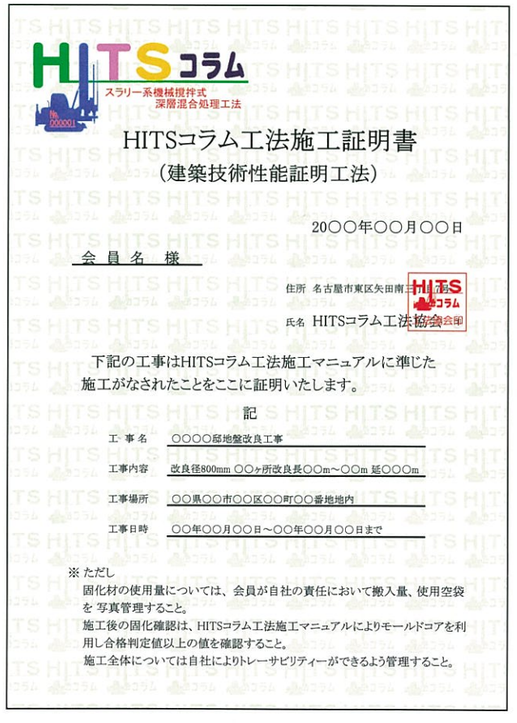
⑨ 施工完了

HITSコラム工法協会に施工データ送信したことを確認

フローチャート

SWS試験（全自動機）又は標準貫入試験により調査
▶ SWS試験結果 検討 HITSコラム施工に支障がある25kg、50kg(急激)自沈層の無い事を確認
▶ HITSコラム工法協会へ 工事登録
▶ HITSコラム工法マニュアル通り 施工
▶ HITSコラム工法マニュアル通り施工 完了
▶ HITSコラム工法協会へ 工事記録 送信
▶ HITSコラム工法協会 工事記録 受信
▶ HITSコラム工法 判定
・施工速度
・羽根切回数
・スラリー吐出流量
▶

工法証明書



HITSコラム スラリー系機械撹拌式 深層混合処理工法

HITSコラム工法施工証明書
（建築技術性能証明工法）

20○○年○○月○○日

会員名 様

住所 名古屋市東区矢田南三丁目13番7号
氏名 HITSコラム工法協会 会印

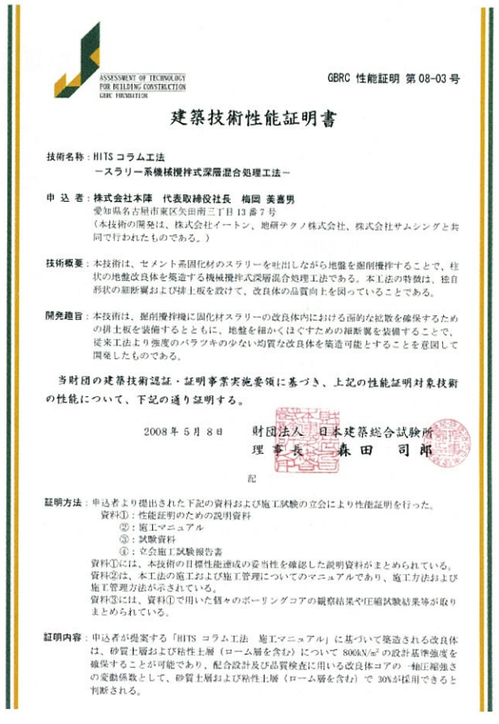
下記の工事はHITSコラム工法施工マニュアルに準じた施工がなされたことをここに証明いたします。

記

工事名 ○○○○邸地盤改良工事
工事内容 改良径800mm ○○ヶ所改良長○○m～○○m 延○○○m
工事場所 ○○県○○市○○区○○町○○番地地内
工事日時 ○○年○○月○○日～○○年○○月○○日まで

※ただし
固化材の使用量については、会員が自社の責任において搬入量、使用空袋を 写真管理すること。
施工後の固化確認は、HITSコラム工法施工マニュアルによりモールドコアを利用し合格判定値以上の値を確認すること。
施工全体については自社によりトレーサビリティーができるよう管理すること。

建築技術性能証明書



ASSESSMENT OF TECHNOLOGY FOR BUILDING CONSTRUCTION GBRC PERFORMANCE

GBRC 性能証明 第 08-03 号

建築技術性能証明書

技術名称：HITS コラム工法
－スラリー系機械撹拌式深層混合処理工法－

申 込 者：株式会社本陣 代表取締役社長 梅岡 美喜男
愛知県名古屋市東区矢田南三丁目13番7号
（本技術の開発は、株式会社イートン、地研テクノ株式会社、株式会社サムシングと共同で行われたものである。）

技術概要：本技術は、セメント系固化材のスラリーを吐出しながら地盤を掘削撹拌することで、柱状の地盤改良体を築造する機械撹拌式深層混合処理工法である。本工法の特徴は、独自形状の羽根翼および肆上板を設けて、改良体の品質向上を図っていることである。

開発趣旨：本技術は、掘削撹拌機に固化材スラリーの改良体内における面的な結散を確保するための肆上板を装備するとともに、地盤を細かくほぐすための羽根翼を装備することで、従来工法より強度のバラツキの少ない均質な改良体を築造可能とすることを意図して開発したものである。

当財団の建築技術認証・証明事業実施要項に基づき、上記の性能証明対象技術の性能について、下記の通り証明する。

2008年5月8日 財団法人 日本建築総合試験所
理事長 森田 司郎

記

証明方法：申込者より提出された下記の資料および施工試験の立会により性能証明を行った。
資料①：性能証明のための説明資料
②：施工マニュアル
③：試験資料
④：立会施工試験報告書
資料①には、本技術の目標性能達成の妥当性を確認した説明資料がまとめられている。
資料②は、本工法の施工および施工管理についてのマニュアルであり、施工方法および施工管理方法が示されている。
資料③には、資料①で用いた個々のボーリングコアの観察結果や圧縮試験結果等が取りまとめられている。

証明内容：申込者が提案する「HITS コラム工法 施工マニュアル」に基づいて築造される改良体は、砂質土層および粘性土層（ローム層を含む）について 800kN/m² の設計基準強度を確保することが可能であり、配合設計及び品質検査に用いる改良体コアの一軸圧縮強さの変動係数として、砂質土層および粘性土層（ローム層を含む）で 30%が採用できると判断される。

性能証明と適応範囲

性能項目

「HITSコラム工法　施工マニュアル」に基づいて築造される改良体は、砂質土層および粘性土層（ローム層を含む）で800kN/m²の設計基準強度を確保することが可能であり、配合設計及び品質検査に用いる改良体コアの一軸圧縮強さの変動係数として、30%が採用できること。

適応範囲

改良の形式　：　杭形式（杭配置、接円配置、ラップ配置）
適応構造物　：　小規模建築物及び付属構造物
・地上階:3階以下
・建物高さ:13m以下
・軒高さ:9m以下
・延べ面積:500m²以下
・高さ:3.5m以下擁壁
適用土質　：　粘性土（ローム地盤を含む）、砂質土
コラム径(φ)　：　400、500、600、700、800（mm）
最大コラム長さ(L)：　8.0（m）

撹拌翼枚数　：　掘進=4枚
引揚=6枚（撹拌翼に掘削翼を加算）
速　度　：　掘進速度（スラリー注入時）0.5（m/分）以下
先端処理速度（掘進・引揚時）0.5（m/分）以下
引揚速度（撹拌時）1.0（m/分）以下
回転速度　：　掘進時=10（回/分）以上
引揚時（先端処理）=30（回/分）以上
羽根切り回数：　260（回/m）以上

有機質土が混入した土は適用範囲外。SWS試験において25kg以下のおもりで自沈する地盤、または50kgのおもりで急激に自沈する地盤については、有機質土混入の恐れがあり、固化不良（フミン酸などの影響）を起こし易いので、事前に対象土（自沈層）の室内配合試験を行うものとする。

支持力計算式

1.杭状地盤補強の長期許容支持力

杭状地盤補強の許容支持力Raは杭状地盤補強の長期許容鉛直支持力Ra1と採用した杭状地盤補強の許容圧縮力Ra2のうち、小さい方の値とする。

(1) 杭状地盤補強の長期許容鉛直支持力

Ra1=1/3（Rp+Rf）（kN）…A式

Ra1：　杭状地盤補強の長期許容鉛直支持力（kN）
Rp　：　杭状地盤補強先端部における極限先端支持力（kN）
Rf　：　杭状地盤補強周面の地盤による極限摩擦力（kN）

①極限先端支持力

a.杭状地盤補強先端部の下部地盤が砂質土の場合

Rp=α×N×Ap（kN）…B式

b.杭状地盤補強先端部の下部地盤が粘性土の場合

Rp=6×C×Ap（kN）…C式

α：先端支持力係数、深層混合処理の場合はα=75とする
N：杭状地盤補強先端から下に1D、上に1Dの範囲におけるN値の平均値

SWS試験の場合

砂質土　N=2Wsw+0.067Nsw…D式
粘性土　N=3Wsw+0.05Nsw…E式

D：杭状地盤補強径（m）
Ap：杭状地盤補強の先端面積（m²）

C：杭状地盤補強先端下部粘性土層の粘着力（kN/m²）

SWS試験の場合

C=1/2（45Wsw+0.75Nsw）…F式

標準貫入試験の場合

C=1/2（12.5×N）…G式

②極限摩擦力

Rf=D×Σ（τd×Li）×π（kN）…H式

D：杭状地盤補強径（m）
τd：杭状地盤補強に作用する各層の極限摩擦力度（kN/m²）
粘性土　τd=C　　砂質土　τd=10N/3
※SWS試験の場合のc及びNは左記参照
Li：各層の層厚（m）

(2) 杭状地盤補強の長期許容圧縮力

Ra2=1/3×Fc×Ap（kN）…I式

Ra2　：　改良体の長期許容圧縮力（kN）
Fc　：　改良体の設計基準強度（kN/m²）
Ap　：　改良体の断面積（m²）

参考文献）　日本建築学会「小規模建築物基礎設計指針」（2008）

許容鉛直支持力表

改良径 φ400mm

標準貫入試験によるN値 SWS試験によるNsw値	N値		5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	Nsw値	粘性土　E式	40	60	80	100	120	140	※国土交通省告示1113号よりNsw150まで				
		砂質土　D式	45	60	75	90	105	120	135	150	※国土交通省告示1113号よりNsw150まで		
許容先端支持力（kN/本） A式	粘性土 C式	N値から粘着力Cを求めた場合 G式	7.8	9.4	10.9	12.5	14.1	15.7	17.2	18.8	20.4	21.9	23.5
		Nsw値から粘着力を求めた場合 F式	9.4	11.3	13.1	15.0	16.9	18.8	※国土交通省告示1113号よりNsw150まで				
	砂質土　B式		15.7	18.8	21.9	25.1	28.2	31.4	34.5	37.6	40.8	43.9	47.1
許容圧縮力（kN/本） I式	Fc=600		25.1	25.1	25.1	25.1	25.1	25.1	25.1	25.1	25.1	25.1	25.1
	Fc=700		29.3	29.3	29.3	29.3	29.3	29.3	29.3	29.3	29.3	29.3	29.3
	Fc=800		33.4	33.4	33.4	33.4	33.4	33.4	33.4	33.4	33.4	33.4	33.4
	※ Fc=900		37.6	37.6	37.6	37.6	37.6	37.6	37.6	37.6	37.6	37.6	37.6
	※Fc=1000		41.8	41.8	41.8	41.8	41.8	41.8	41.8	41.8	41.8	41.8	41.8

改良径 φ500mm

標準貫入試験によるN値 SWS試験によるNsw値	N値		5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	Nsw値	粘性土　E式	40	60	80	100	120	140	※国土交通省告示1113号よりNsw150まで				
		砂質土　D式	45	60	75	90	105	120	135	150	※国土交通省告示1113号よりNsw150まで		
許容先端支持力（kN/本） A式	粘性土 C式	N値から粘着力Cを求めた場合 G式	12.2	14.7	17.1	19.6	22.0	24.5	26.9	29.4	31.8	34.3	36.7
		Nsw値から粘着力を求めた場合 F式	14.7	17.6	20.6	23.5	26.4	29.4	※国土交通省告示1113号よりNsw150まで				
	砂質土　B式		24.5	29.4	34.3	39.2	44.1	49.0	53.9	58.8	63.7	68.6	73.5
許容圧縮力（kN/本） I式	Fc=600		39.2	39.2	39.2	39.2	39.2	39.2	39.2	39.2	39.2	39.2	39.2
	Fc=700		45.7	45.7	45.7	45.7	45.7	45.7	45.7	45.7	45.7	45.7	45.7
	Fc=800		52.3	52.3	52.3	52.3	52.3	52.3	52.3	52.3	52.3	52.3	52.3
	※ Fc=900		58.8	58.8	58.8	58.8	58.8	58.8	58.8	58.8	58.8	58.8	58.8
	※Fc=1000		65.4	65.4	65.4	65.4	65.4	65.4	65.4	65.4	65.4	65.4	65.4

改良径 φ600mm

標準貫入試験によるN値 SWS試験によるNsw値	N値		5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	Nsw値	粘性土　E式	40	60	80	100	120	140	※国土交通省告示1113号よりNsw150まで				
		砂質土　D式	45	60	75	90	105	120	135	150	※国土交通省告示1113号よりNsw150まで		
許容先端支持力（kN/本） A式	粘性土 C式	N値から粘着力Cを求めた場合 G式	17.6	21.1	24.7	28.2	31.7	35.3	38.8	42.3	45.9	49.4	52.9
		Nsw値から粘着力を求めた場合 F式	21.1	25.4	29.6	33.9	38.1	42.3	※国土交通省告示1113号よりNsw150まで				
	砂質土　B式		35.3	42.3	49.4	56.5	63.5	70.6	77.7	84.7	91.8	98.9	105.9
許容圧縮力（kN/本） I式	Fc=600		56.5	56.5	56.5	56.5	56.5	56.5	56.5	56.5	56.5	56.5	56.5
	Fc=700		65.9	65.9	65.9	65.9	65.9	65.9	65.9	65.9	65.9	65.9	65.9
	Fc=800		75.3	75.3	75.3	75.3	75.3	75.3	75.3	75.3	75.3	75.3	75.3
	※ Fc=900		84.7	84.7	84.7	84.7	84.7	84.7	84.7	84.7	84.7	84.7	84.7
	※Fc=1000		94.2	94.2	94.2	94.2	94.2	94.2	94.2	94.2	94.2	94.2	94.2

改良径 φ800mm

標準貫入試験によるN値 SWS試験によるNsw値	N値		5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	Nsw値	粘性土　E式	40	60	80	100	120	140	※国土交通省告示1113号よりNsw150まで				
		砂質土　D式	45	60	75	90	105	120	135	150	※国土交通省告示1113号よりNsw150まで		
許容先端支持力（kN/本） A式	粘性土 C式	N値から粘着力Cを求めた場合 G式	31.4	37.6	43.9	50.2	56.5	62.8	69.0	75.3	81.6	87.9	94.2
		Nsw値から粘着力を求めた場合 F式	37.6	45.2	52.7	60.2	67.8	75.3	※国土交通省告示1113号よりNsw150まで				
	砂質土　B式		62.8	75.3	87.9	100.4	113.0	125.6	138.1	150.7	163.2	175.8	188.4
許容圧縮力（kN/本） I式	Fc=600		100.4	100.4	100.4	100.4	100.4	100.4	100.4	100.4	100.4	100.4	100.4
	Fc=700		117.2	117.2	117.2	117.2	117.2	117.2	117.2	117.2	117.2	117.2	117.2
	Fc=800		133.9	133.9	133.9	133.9	133.9	133.9	133.9	133.9	133.9	133.9	133.9
	※ Fc=900		150.7	150.7	150.7	150.7	150.7	150.7	150.7	150.7	150.7	150.7	150.7
	※Fc=1000		167.4	167.4	167.4	167.4	167.4	167.4	167.4	167.4	167.4	167.4	167.4

砂質土D式のNsw値は標準貫入試験のN値に合わせ安全側に切り上げしています。　　※…室内配合試験による強度確認が必要

（使い方）① 摩擦力は考慮せず。
② 粘性土の場合、許容鉛直支持力は許容先端支持力の　　の数値となる。但し、調査方法の違いで支持力が変わるので注意すること。
これは粘着力cの算出のしかたがNswとN値で違うからである。
③ 砂質土の場合、まず許容圧縮力をみて　　の数値が許容鉛直支持力となる。
白抜きの場合、許容先端支持力の　　の数値が許容鉛直支持力となる。

品質管理と合格判定

HITSコラム工法と一般柱状改良工法との違い

HITSコラム工法…Fc=800kN/m²まで室内配合試験不要、室内配合試験を実施すればFc=800kN/m²以上設定可能。変動係数30%を採用できる。

一般柱状改良工法…Fc=600～900kN/m²の範囲で設定。施工実績が無い場合、室内配合試験が必要。変動係数45%を採用しなければならない。

室内配合試験強度(qul)と設計基準強度(Fc)の設定と合格判定値(XL)

設計基準強度Fcは、原則として、試験施工や室内配合試験により現場で期待できる強度を求め、その強度のばらつきを考慮して設定する。

$Fc=(1-m\times V)\,quf$ (kN/m²)

Fc:改良地盤の設計基準強度(kN/m²)
m:quf、Vを関係付ける定数(m=1.3)
V:一軸圧縮強さの変動係数
quf:室内配合試験及び既存データより推定した現場平均一軸圧縮強度(quf=qul×α3×0.82)
α3×0.82:(現場/室内)の強度比(粘性土:α3=0.59、砂質土:α3=0.66)

合格判定値XLは、抜取ヶ所数Nの違いにより合格判定係数kaを設定して算出する。

$XL=Fc+ka\times\sigma d$ (kN/m²)

XL:合格判定値(kN/m²)
ka:合格判定係数
V:一軸圧縮強度の変動係数
Fc:設計基準強度(kN/m²)
σd:設計で想定したコア強度の標準偏差(kN/m²)(σd=V・qud)
qud:設計で想定した現場平均一軸圧縮強度(kN/m²)

HITSコラム工法の場合

砂質土の場合

Fc	qul		XL
400 kN/m²	1212 kN/m² 以上	免除	735 kN/m² 以上
500 kN/m²	1515 kN/m² 以上	免除	919 kN/m² 以上
600 kN/m²	1818 kN/m² 以上	免除	1102 kN/m² 以上
700 kN/m²	2121 kN/m² 以上	免除	1286 kN/m² 以上
800 kN/m²	2424 kN/m² 以上	免除	1470 kN/m² 以上
900 kN/m²	2727 kN/m² 以上	必須	1653 kN/m² 以上
1000 kN/m²	3030 kN/m² 以上	必須	1837 kN/m² 以上

粘性土の場合

Fc	qul		XL
400 kN/m²	1356 kN/m² 以上	免除	735 kN/m² 以上
500 kN/m²	1695 kN/m² 以上	免除	919 kN/m² 以上
600 kN/m²	2034 kN/m² 以上	免除	1102 kN/m² 以上
700 kN/m²	2373 kN/m² 以上	免除	1286 kN/m² 以上
800 kN/m²	2712 kN/m² 以上	免除	1470 kN/m² 以上
900 kN/m²	3051 kN/m² 以上	必須	1653 kN/m² 以上
1000 kN/m²	3390 kN/m² 以上	必須	1837 kN/m² 以上

一般柱状改良工法の場合

砂質土の場合

Fc	qul		XL
400 kN/m²	1786 kN/m² 以上	必須	1138 kN/m² 以上
500 kN/m²	2232 kN/m² 以上	必須	1422 kN/m² 以上
600 kN/m²	2679 kN/m² 以上	必須	1707 kN/m² 以上
700 kN/m²	3125 kN/m² 以上	必須	1991 kN/m² 以上
800 kN/m²	3571 kN/m² 以上	必須	2275 kN/m² 以上
900 kN/m²	4018 kN/m² 以上	必須	2560 kN/m² 以上
1000 kN/m²	4464 kN/m² 以上	必須	2844 kN/m² 以上

粘性土の場合

Fc	qul		XL
400 kN/m²	2000 kN/m² 以上	必須	1138 kN/m² 以上
500 kN/m²	2500 kN/m² 以上	必須	1422 kN/m² 以上
600 kN/m²	3000 kN/m² 以上	必須	1707 kN/m² 以上
700 kN/m²	3500 kN/m² 以上	必須	1991 kN/m² 以上
800 kN/m²	4000 kN/m² 以上	必須	2275 kN/m² 以上
900 kN/m²	4500 kN/m² 以上	必須	2560 kN/m² 以上
1000 kN/m²	5000 kN/m² 以上	必須	2844 kN/m² 以上

モールド採取ヶ所数(N)や変動係数(V)の違いにみる合格判定値(XL)

合格判定値早見表

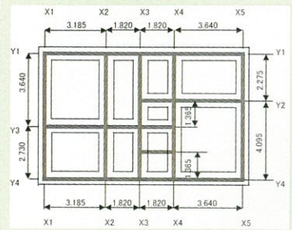
…HITSコラム工法合格判定値
…一般柱状改良工法合格判定値(小規模建築物基礎設計指針に準拠した抜取ヶ所数)

採取ヶ所数	N	1		2		3		4～6		7～8		9～	
採取モールド数(個)	N'	3		6		9		12～18		21～24		27～	
合格判定係数	ka	1.9		1.7		1.6		1.5		1.4		1.3	
変動係数	V	0.3	0.45	0.3	0.45	0.3	0.45	0.3	0.45	0.3	0.45	0.3	0.45
合格判定値 XL (kN/m²)													
設計基準強度 (kN/m²)	400	774	1225	735	1138	715	1095	696	1051	676	1008	656	964
	500	968	1531	919	1422	894	1368	869	1314	845	1260	820	1205
	600	1161	1837	1102	1707	1073	1642	1043	1577	1014	1511	984	1446
	700	1355	2143	1286	1991	1252	1915	1217	1839	1183	1763	1148	1687
	800	1548	2449	1470	2275	1430	2189	1391	2102	1352	2015	1312	1928
	900	1742	2755	1653	2560	1609	2462	1565	2365	1520	2267	1476	2169
	1000	1935	3061	1837	2844	1788	2736	1738	2627	1689	2519	1640	2410

参考文献:日本建築学会「小規模建築物基礎設計指針」(2008)
日本建築センター「改訂版建築物のための改良地盤の設計及び品質管理指針」(2005)
HITSコラム工法協会「HITSコラム工法施工マニュアル」(2008)

計算例

計算例用基礎伏図



設計条件

- 建築面積=10.465×6.37≒67(m²)(総2階)
- 設計荷重= 67×20=1340(kN)
- 設計接地圧=20(kN/m²)
- 地盤調査の種類= SWS試験
- 下部地盤土質= 砂質土
- 下部地盤平均Nsw= 135(回)
- 下部地盤換算N値= 2+0.067×135≒11 ※摩擦力考慮せず
- 改良体径= φ600(mm)
- 改良体断面積= 0.3×0.3×3.14=0.2826(m²)
- 平均室内配合試験強度= 4000(kN/m²)
- 室内配合試験より推定した現場平均一軸圧縮強度(quf) = 2160(kN/m²)

HITSコラム工法の場合

設計基準強度(Fc)の設定

室内配合試験　免除

Fc=800(kN/m²)に設定

許容支持力(Ra)の算出

許容鉛直支持力Ra1(摩擦力は考慮しない)
Ra1=1/3(α×N×Ap)より
Ra1=1/3(75×11×0.2826)≒77.7
許容圧縮力Ra2
Ra2=1/3(Fc×Ap)より
Ra2=1/3(800×0.2826)≒75.3
Ra1＞Ra2より　Ra=75.3
Ra1:許容鉛直支持力(kN/本)
α:改良体の先端支持力係数
N:下部地盤平均換算N値
Ap:改良体の断面積(m²)

Ra=75.3(kN/本)

必要コラム本数(N)の算出

N＞W/Raより
N＞1340/75.3≒18
N:必要コラム本数(本)
W:建物総荷重(kN)
Ra:許容支持力(kN/本)

N＞18(本)

合格判定値(XL)の算出

モールドコア抜取ヶ所数(N)=2ヶ所(計6本)
設計で想定した現場平均一軸圧縮強さqud
quf=Fc/(1-m×V)より
quf=800/(1-1.3×0.3)≒1312
合格判定値XL
XL=Fc+ka×σdより
XL=800+(1.7×0.3×1312)≒1470

XL=1470(kN/m²)

一般柱状改良工法の場合

設計基準強度(Fc)の設定

Fc=(1-m×V)quf より
(1-1.3×0.45)×2160=896.4≧800
Fc:設計基準強度(kN/m²)
m:quf、Vを関係付ける定数(1.3)
quf:室内配合試験より推定した現場平均一軸圧縮強度(kN/m²)

Fc=800(kN/m²)に設定

許容支持力(Ra)の算出

許容鉛直支持力Ra1(摩擦力は考慮しない)
Ra1=1/3(α×N×Ap)より
Ra1=1/3(75×11×0.2826)≒77.7
許容圧縮力Ra2
Ra2=1/3(Fc×Ap)より
Ra2=1/3(800×0.2826)≒75.3
Ra1＞Ra2より　Ra=75.3
Ra1:許容鉛直支持力(kN/本)
α:改良体の先端支持力係数(75)
N:下部地盤平均換算N値
Ap:改良体の断面積(m²)

Ra=75.3(kN/本)

必要コラム本数(N)の算出

N＞W/Raより
N＞1340/75.3≒18
N:必要コラム本数(本)
W:建物総荷重(kN)
Ra:許容支持力(kN/本)

N＞18(本)

合格判定値(XL)の算出

モールドコア抜取ヶ所数(N)=4ヶ所(計12本)
設計で想定した現場平均一軸圧縮強度qud
qud=Fc/(1-m×V)より
qud=800/(1-1.3×0.45)≒1928
合格判定値XL
XL=Fc+ka×σdより
XL=800+(1.5×0.45×1928)≒2102

XL=2102(kN/m²)

室内配合試験(qul)　qul=4000(kN/m²)

【まとめ】

HITSコラム工法の場合と一般柱状改良工法をFc=800(kN/m²)に設定して比較しました。両工法を支持力検討から合格判定値まで算出すると、合格判定値(XL)で大差がつきます。HITSコラム工法では、合格判定値はXL=1470(kN/m²)ですが、一般柱状改良工法ではXL=2102(kN/m²)となり、HITSコラム工法の1.4倍の強度が必要です。さらに一般柱状改良工法では、室内配合試験の強度がqul=4000(kN/m²)以上必要です。

砂質土地盤においては、2000(kN/m²)以上の圧縮強度を出すことは可能ですが、シルト、粘土、ローム、またはこれらをはさんだ互層の地盤では、2000(kN/m²)以上の強度を出すことは、困難なケースが多い。しかしHITSコラム工法ならば、合格判定値が1470(kN/m²)と低いので、この数値であれば粘性土地盤でも施工可能と判断されます。モールドコア抜取本数は、HITSコラム工法の場合N=2(計6本)ですが、一般柱状改良工法の場合N=4(計12本)必要となります。このようにHITSコラム工法は、合格判定値やモールドコアの抜取本数の差からみても、品質の保証された優良工法であるといえます。

建築技術性能証明工法

HITSコラム

スラリー系機械撹拌式
深層混合処理工法

HITSコラム工法協会会員

地研テクノ株式会社

〒229-0039 相模原市中央4-5-5アールビル2F
TEL 042-786-5015 FAX 042-786-5016